

W985

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-365182

(P2002-365182A)

(43) 公開日 平成14年12月18日 (2002. 12. 18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 0 1 N 1/28

G 0 1 N 23/04

2 G 0 0 1

23/04

23/225

2 G 0 5 2

23/225

H 0 1 J 37/20

B 5 C 0 0 1

H 0 1 J 37/20

37/30

Z 5 C 0 3 4

37/30

G 0 1 N 1/28

F 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-176475(P2001-176475)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(22) 出願日

平成13年6月12日 (2001. 6. 12)

(72) 発明者 鹿島 秀夫

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 志知 広康

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

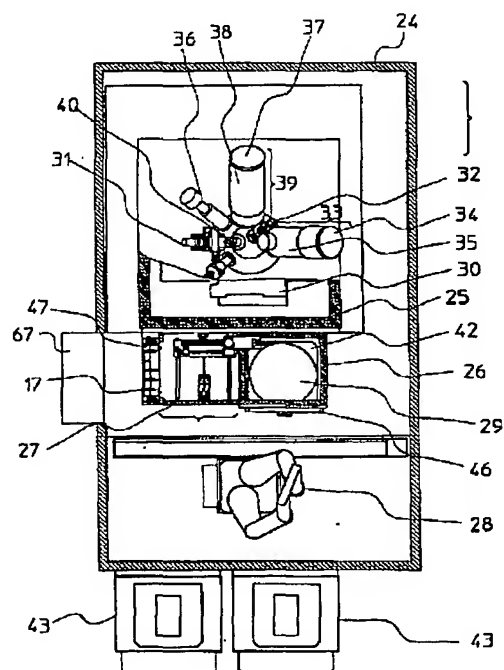
#### (54) 【発明の名称】 試料作製装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 真空容器内の圧力の増加や汚染が無く数  $\mu$  m の試料片が固着される T E M ホルダの導入手段を備え、迅速な観察を可能とする試料室容積が小さい、大口径ウエハ用の試料作製装置を提供する。

【解決手段】 試料を載置する試料ステージと、荷電粒子ビーム照射光学系と、荷電粒子ビームの照射によって発生する二次粒子を検出する二次粒子検出手段と、該試料から試料片を分離する試料片分離手段と、該試料を収納するカセットと、該カセットから該試料を該試料ステージに移載する試料移載手段と、該試料片を固定する試料ホルダと該試料ホルダを固定する試料載置部と該試料載置部を保持し、試料ステージ本体部と脱着可能な構成から成るカートリッジと、該カートリッジを収納するカートリッジステーションと、該カートリッジステーションから所望の該カートリッジを該試料ステージ上に、該容器の外部から移載する移載手段を備える。

図5



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】容器と、該容器内に収納される試料を載置する試料ステージと、荷電粒子ビーム照射光学系と、荷電粒子ビームの照射によって発生する二次粒子を検出する二次粒子検出手段と、該試料から試料片を分離する試料片分離手段と、該試料を収納するカセットと、該カセットから該試料を該試料ステージに移載する試料移載手段を備えた試料作製装置において、該試料片を固定する試料ホルダと該試料ホルダを固定する試料載置部を保持し、かつサイドエントリ型試料ステージ本体部と脱着可能であるカートリッジと、該カートリッジを収納するカートリッジステーションと、該カートリッジステーションから所望の該カートリッジを該試料ステージ上に移載する移載手段を備えたことを特徴とする試料作製装置。

【請求項2】容器と、該容器内に収納される試料を載置する試料ステージと、第1の荷電粒子源と、該第1の荷電粒子源からの荷電粒子ビームを該試料の一部を分離加工し、該試料片を形成する照射光学系と、該試料片分離手段と、第2の荷電粒子源と該第2の荷電粒子源からの荷電粒子ビームを、該試料片または該試料に照射する第2の照射光学系と、該第1または該第2の荷電粒子ビームの照射によって発生する二次粒子を検出する二次粒子検出手段と、該試料片を固定する試料ホルダと該試料ホルダを固定する試料載置部を保持し、かつサイドエントリ型試料ステージ本体部と脱着可能であるカートリッジと、該カートリッジを収納するカートリッジステーションと、該カートリッジステーションから所望の該カートリッジを該試料ステージ上に移載する移載手段を備えたことを特徴とする試料作製装置。

【請求項3】請求項1及び2記載のサイドエントリ型試料ステージにおいて、該カートリッジと該サイドエントリ型試料ステージ本体とは、円弧状の弾性体を介して結合する事を特徴とする試料作製装置。

【請求項4】請求項1及び2記載のサイドエントリ型試料ステージにおいて、該試料載置部は回転自由度を有していることを特徴とする試料作製装置。

【請求項5】請求項1及び2記載のカートリッジステーションにおいて、該カートリッジステーションが複数の該カートリッジを積載可能なカートリッジステーションであって、該複数のカートリッジを判別する判別手段を備えたカートリッジステーションであることを特徴とする試料作成装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、荷電粒子線と移送手段を利用して、試料基板から分析や観察に必要な部分のみを摘出して、分析や観察に好適な形状に加工する試料作製装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】半導体デバイスの高集積化に伴い、電子

素子の分析や観察、評価の手段として、観察分解能が高い透過型電子顕微鏡（以下本明細書ではTEMと表現する）が有力視されている。TEM用の試料作製方法として、例えば特開平2774884号公報に開示されている集束イオンビーム（以下本明細書ではFIBと表現する）加工を利用する手段が考案されている。この手段は、集束イオンビーム観察下で、試料片を貼り付けたサイドエントリ型試料ステージを試料ステージ微動手段に装填、真空容器内へ導入する。なお、サイドエントリ型試料ステージは、真空容器内を大気に暴露することなく、真空容器外からの出し入れが可能である。この後、試料片の所望の観察部位を含む領域を、数 $\mu\text{m}$ から十数 $\mu\text{m}$ の所望の大きさにFIB加工した後、探針移動機構を駆動し、探針を該当する試料片に接触させて摘出し、一旦保持後、サイドエントリ型試料ステージを引き抜き、TEMホルダを搭載した別のサイドエントリ型試料ステージを導入する。サイドエントリ型試料ステージの交換後、探針移動機構の探針に保持されている試料片をTEMホルダにデポジション膜を形成することで固着する。固着後、真空容器から引き抜き、TEM装置へ装填することでTEM観察を行う手段である。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】上述した微細な電子素子の評価手段として有効な試料作製装置を、近年その導入が加速されている大口径の半導体ウエハを扱う装置に適用しようとした場合、以下の解決すべき問題を生じる。図10は従来の試料作成装置を示す一例である。試料ホルダ、特にTEMホルダを搭載するサイドエントリ型試料ステージは、試料片分離手段によって、試料、本例では半導体ウエハから取出した微小試料片を保持し、成型加工後、そのままTEMに装填することで迅速な分析を可能とする、試料作製装置に不可欠な機械要素である。サイドエントリ型試料ステージを大口径試料対応の試料作製装置に適用する場合、サイドエントリ型試料ステージをウエハに対して水平に入射させる構成を採る。この場合、サイドエントリ型試料ステージを荷電粒子線の光学軸の中心近傍まで延長する必要があるが、サイドエントリ型試料ステージが長大になことになり、前述したTEMとの互換性が損なわれる。このため、操作者にピンセット等を用いて数 $\mu\text{m}$ の試料片が固着されているTEMホルダをTEM用のサイドエントリ型試料ステージに移し変える操作を強要することになり、使用、操作上の制限が課せられ実用的ではない。またこのような構成では、サイドエントリ型試料ステージの微動機構の機械部品が容器内に配されることになるが、これら機械部品類はステージの可動範囲外になるように置かざるを得ない。このため真空容器はさらなる大型化をたどることになる。真空容器の大型化は装置の占有面積の増大及び大重量化、高価格化、また真空容器の排気手段の大型化を招くことから、極力小型化しなければならない。以上の

対策として、図10に示したようなサイドエントリ型試料ステージ19そのものを試料室25内に搬送する搬送手段75を備える案も考えられるが、専用の長大な搬送装置75が必要となり、さらなる装置の大型化を招くことになる。他、基本的に触手にて取り扱うサイドエントリ型試料ステージを試料室25内へ導入する事は、試料室25内の圧力の増加、汚染等の問題を招くことになる。また基本的に一個のサイドエントリ型試料ステージ19には、一個のTEMホルダ2（図示せず）のみの搭載しかできない。従って、一枚のウエハ29からの微小試料片1（図示せず）に対して一個のサイドエントリ型試料ステージ19が必要となり、操作者は複数のサイドエントリ型試料ステージ19を準備し、ウエハ29を交換する毎にサイドエントリ型試料ステージ19を試料室25内に出し入れする煩雑な作業が必要となり、現実的ではない。本発明の目的は、装置の小型化を実現し、かつ、真空容器内の圧力の増加や汚染が無く数 $\mu\text{m}$ の試料片が固着されるTEMホルダの導入手段を備え、かつ、従来通りTEMとの互換性を有したサイドエントリ型試料ステージを備えた真空容器の容積が必要最小限の、占有面積の小さい小型で、かつ従来と同等の操作性を有する試料作製装置を提供することにある。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】以上に述べたような目的は、以下の構成を採ることによって達成される。

(1) 容器と、該容器内に収納される試料を載置する試料ステージと、荷電粒子ビーム照射光学系と、荷電粒子ビームの照射によって発生する二次粒子を検出する二次粒子検出手段と、該試料から試料片を分離する試料片分離手段と、該試料を収納するカセットと、該カセットから該試料を該試料ステージに移載する試料移載手段を備えた試料作製装置において、該試料片を固定する試料ホルダと該試料ホルダを固定する試料載置部と該試料載置部を保持し、サイドエントリ型試料ステージ本体部と脱着可能な構成から成るカートリッジと、該カートリッジを収納するカートリッジステーションと、該カートリッジステーションから所望の該カートリッジを該試料ステージ上に、該容器の外部から移載する移載手段を備える。

【0005】この構成を採ることによって、真空容器は試料ステージに律束される必要最小限の容積とすることができ、また突出する部分が無いことから装置の小型化が実現される。また、真空容器内の圧力の増加や汚染が無く数 $\mu\text{m}$ の試料片が固着されるTEMホルダの導入手段を備えた試料作製装置が提供される。

(2) 容器と、該容器内に収納される試料を載置する試料ステージと、第1の荷電粒子源と、該第1の荷電粒子源からの荷電粒子ビームを該試料の一部を分離加工し、該試料片を形成する照射光学系と、該試料片分離手段と、第2の荷電粒子源と該第2の荷電粒子源からの荷電

粒子ビームを、該試料片または該試料に照射する第2の照射光学系と、該第1または該第2の荷電粒子ビームの照射によって発生する2次粒子を検出する2次粒子検出手段と、該試料片を固定する試料ホルダと該試料ホルダを固定する試料載置部と該試料載置部を保持し、試料ステージ本体部と脱着可能な構成から成るカートリッジと、該カートリッジを収納するカートリッジステーションと、該カートリッジステーションから所望の該カートリッジを該試料ステージ上に、該容器の外部から移載する移載手段を備える。

【0006】この構成を採ることによって、真空容器は試料ステージに律束される必要最小限の容積とすることができ、また突出する部分が無いことから装置の小型化が実現される。また、真空容器内の圧力の増加や汚染が無く数 $\mu\text{m}$ の試料片が固着されるTEMホルダの導入手段を備えた試料作製装置が提供される。

(3) 該第1の荷電粒子源と該第1の照射光学系と、該第2の荷電粒子源と、該第2の照射光学系とは、該試料ステージの該試料載置面に対して、相対的に傾斜して配置する。

【0007】この構成を採ることによって、真空容器は試料ステージに律束される必要最小限の容積とすることができ、また突出する部分が無いことから装置の小型化が実現される。また、真空容器内の圧力の増加や汚染が無く数 $\mu\text{m}$ の試料片が固着されるTEMホルダの導入手段を備えた試料作製装置が提供される。

(4) 該カートリッジと該サイドエントリ型試料ステージ本体の結合個所に、円弧状の弾性体を介在させ、弾性体を介して該カートリッジと該サイドエントリ型試料ステージを結合する。

【0008】この構成を採ることによって、操作者は破損、紛失などの緊張を強いられる極小径ねじの操作を必要としない、単純な“挿入”、“引き抜く”の操作のみでカートリッジとサイドエントリ型試料ステージとの脱着が可能となる。

(5) 該サイドエントリ型試料ステージが、該試料ホルダが回転する回転自由度を有することで、従来通りTEMとの互換性を有したサイドエントリ型試料ステージを提供できる。

【0009】この構成を採ることによって操作者は最低一本のサイドエントリ型試料ステージと、複数のカートリッジを準備することで、煩雑な操作を必要とせずに試料作製、分析を効率的に行うことができる。

(6) 該カートリッジとは別にTEMホルダを保持し、保管する保管台を提供する。この構成を採ることで、多量の貴重なTEM試料を損なうことなく、随時再分析が可能となる。

(7) 該カートリッジステーションに複数のカートリッジを積載し、かつ各々のカートリッジの判別手段を設ける。

【0010】この構成を採ることによって、操作者は複数の試料片の整理、監督が容易となる。

(8) 該サイドエントリ型試料ステージが、集束荷電粒子ビーム装置、投射荷電粒子ビーム装置、透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、走査プローブ顕微鏡、オージェ電子分光分析装置、電子プローブX線微小分析装置、電子エネルギー損分析装置、二次イオン質量分析装置、中性粒子イオン化質量分析装置、X線光電子分光分析装置、またはプローブを用いた電気計測装置のうちの少なくとも一つ以上に装填できる。この構成を採ることによって、操作者にピンセット等によるTEMホルダの移載作業を強要することなく、迅速に、かつ確実にあらゆる分析が可能となる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明のサイドエントリ型試料ステージであって、サイドエントリ型試料ステージ本体とカートリッジの結合状態を説明する図である。尚以下本明細書に示す符号において、同一の符号を用いた部材は同等の機能を有する部材である事を示している。本発明のサイドエントリ型試料ステージ17は、試料片1を固着するTEMホルダ2を載置し、傾斜移動する傾斜試料台3を保持するカートリッジ本体4を、サイドエントリ型試料ステージ17本体を形成する外枠5の内部に配した弾性体6を介して結合する点に第1の特徴がある。本構成を採る事でカートリッジ本体4は、外枠5と、駆動軸7に配した長穴8と回転軸9に設けた回転ピン10の位相を合わせた状態で、単純に“挿入する”、“引き抜く”の極簡易な操作のみで脱着を可能としている。従って従来一般的このような脱着操作の際に必要としていた極小径ねじの操作が不要であるため、操作者に極小径ねじの破損、紛失などの緊張感を強いることなくまた特殊な工具を必要とせずに、安全で確実に脱着操作を行える。図2は、本発明のサイドエントリ型試料ステージを示す上面図と縦断面図を示している。本発明のサイドエントリ型試料ステージ19は、カートリッジ17を脱着可能としながら、傾斜試料台3が傾斜自由度を有している点に第2の特徴がある。カートリッジ17は前述のように弾性体6を介して外枠5に結合、保持される。カートリッジ17が外枠5に挿入されると、カートリッジ17の回転軸9は駆動軸7によって紙面左方向に押圧され、回転軸9に固定された回転拘束ピン11が回転可能な位置、すなわちカートリッジ本体4の円周方向に配した長穴20位置に移動する。傾斜試料台3の傾斜は以下の工程を経て行われる。駆動源12と結合した駆動軸7の回転運動を回転ピン10を介して回転軸9に伝達される。回転軸9の回転中心に対して偏芯位置に傾斜偏芯軸13が固定されており、偏芯軸13の他端は傾斜試料台3に接している。回転軸9の回転角に応じて傾斜偏芯軸13も回転移動するが、偏芯しているため傾斜試料台3に対して、傾斜軸14を中心とした上下運動を伴うことになり、結果として傾斜試料台3を傾斜軸14を回転中

心として傾斜移動させることになる。また、傾斜試料台3はばね（図示せず）によって常に紙面反時計方向への回転力を与えられており、傾斜偏芯軸13と常に接している。従って傾斜試料台3の紙面の反時計方向への傾斜は、傾斜偏芯軸13の紙面上方向への移動に伴って傾斜試料台3も紙面反時計方向への傾斜が可能である。本発明によれば例えばTEM観察の際、試料片1を任意に傾斜させる事ができるため、容易に観察方向の調整が可能となり、迅速に快適な観察が行える。図3はカートリッジのみを抜粋した上面図（図3a）、縦断面図（図3b）である。本発明のサイドエントリ型試料ステージ19は、カートリッジ17単体でも傾斜試料台3の姿勢が保持されることに第3の特徴がある。回転軸9はカートリッジ17単体の状態では、ばね15によって紙面右方向に押圧され、同様に回転軸9に固定されている回転拘束ピン11もカートリッジ本体4に設けられたV字型の溝16に押圧される。この時回転軸9に固定された偏芯軸13も回転軸9の移動に伴い傾斜試料台3上を傾斜試料台3から外れない程度に平行移動する。従って傾斜試料台3の姿勢は、カートリッジ17のサイドエントリ型試料ステージ19からの“引き抜く”操作のみで自動でその回転自由度が拘束されることになる。上述してきた、傾斜自由度を有したサイドエントリ型試料ステージ19であって、TEMホルダ2を載置する傾斜試料台3を保持するカートリッジ17のみをサイドエントリ型試料ステージ19から簡単に脱着できるサイドエントリ型試料ステージ19は、大口径ウエハ用の試料作成装置にとって重要な要素となる。またカートリッジ17の脱着操作の際は、図4に示すようなカートリッジを把持する専用の工具を用いて、カートリッジの取り扱いを行うことで、より安全に、貴重な試料片を損なうことなく脱着の操作が行える。この治具は上下の爪21をつかみカートリッジ17を挟みこむことでカートリッジ17を確実にかつ、傾斜試料台3近傍に接触することなく把持することが可能である。カートリッジを解放する際は、爪21をつかむ力を加減することで、爪21は板ばね22の反力によって回転軸23を中心に回転し、爪21がカートリッジ17から離れることで行われる。図5は本発明の第1の実施例を示す試料作製装置の上面図である。

【0012】本実施例の試料作製装置は、装置全体は筐体24で覆われ、筐体24内部に試料室25、ウエハ移載室26、カートリッジ移載室27、大気用搬送装置28が納められる。試料室25内部は真空状態に保持されており、ウエハ29を積載し、駆動する試料ステージ30が収納される。試料室25上部にはウエハ29から微小試料片1（図示せず）を取り出し、TEMホルダ2（図示せず）への移載を行う探針移動機構31、デポジション膜形成用デポガス源32からなる試料片分離手段、主にウエハ29から微小試料片1（図示せず）を切り出す集束イオンビームをウエハに照射するイオンビーム源、イオンビーム照射系から成るイオンビーム光学系33、イオンビームの照射によって発生する二

次粒子を検出する二次粒子検出器36、ウエハ29表面等を観察する電子ビームをウエハに照射する電子源37、電子ビーム照射系38から成る電子ビーム光学系39、電子ビームの照射によって発生する二次粒子を検出する二次粒子検出器40が搭載される。試料室25の側面には、気密遮蔽可能なバルブa45(図示せず)を介して試料ステージ30にウエハ29を移載するウエハ移載機構41(図示せず)を収納する移載室26が隣接する。本実施例では半導体ウエハ29はウエハカセット42上に保持された状態で試料ステージ30にウエハカセット42毎移載する。ウエハ移載機構41(図示せず)へのカセット43からのウエハ29の供給は、大気用搬送装置28を用いて行われ、大気用搬送装置28とはバルブb46を介して対向している。ウエハ移載室26にはまた、気密遮蔽可能なバルブc44(図示せず)を介してカートリッジ移載室27を隣接させている点に、本発明の試料作製装置の特徴がある。カートリッジ移載室27には、複数のカートリッジ17を収納するカートリッジステーション47、カートリッジ17をカートリッジステーション47とウエハカセット42間を移動し、カートリッジ17をウエハカセット42に対して移載するカートリッジ移載機構48を収納している。ウエハ移載室27と隣接させたことで、カートリッジ17のウエハカセット42への移載はウエハ29の交換時期と同時期に行うことが可能となり、従ってカートリッジ移載室27は大気仕様となる。図6は図5に示した試料作成装置に使用するカートリッジの自動チャック手段の実施例である。カートリッジ17を両側から挟む位置にピストン51、シリンダ52、シール53、直進案内54から構成するエアシリンダ49をチャックベース50に配している。チャックベース50は図7に示すカートリッジ移載機構に結合される。カートリッジ移載機構48については後述する。シリンダ52への圧縮空気などの供給は二つのシリンダ52と接続している空路55から行う。カートリッジ17の把持は、次の工程で行う。ピストン51が退避位置にある状態で、カートリッジ移載機構48によってチャックベース50をカートリッジ17側の所定の位置まで進入させる。移動終了後、空路55に圧縮空気を供給し、ピストン51を押し出すことで、カートリッジ17を挟み把持する。カートリッジ17はカートリッジステーション47に設置したホルダ56に、図1で示した弾性体6を介して保持されている。従って、カートリッジ17を把持後、チャックベース50がカートリッジ移載機構48によって紙面下方向へ直進移動のみする事で、カートリッジ17をカートリッジステーション47から取り出すことができる。逆にカートリッジ17をホルダ56に移載する場合は次の工程を採る。カートリッジ17を把持した状態で、カートリッジ移載機構48を用いてホルダ56に挿入する。挿入後空路55の内圧を負圧に切り替える。ピストン51はカートリッジ17から離れる方向(退避位置)に引き戻され、カートリッジ17はチャックベース50から開放される。図7はカートリッジ移載機構の実施例を示している。チャックベース

50は回転台57(図示せず)に固定されており、駆動源58によって回転できる。また駆動源58は第1の直進移動台59上に保持されている。直進移動台59には送りねじ60と勘合するナット61も保持されている。直進移動台59は、別の駆動源62(図示せず)によって回転する送りねじ60の回転量を検出する回転角検出器63によって監視されており、所定の量だけ直進軌道64に沿って移動する。送りねじ60、直進軌道64、駆動源62、回転角検出器63は、第1のベース65に保持される。第1のベース65は、同様に第2の直進移動台66(図示せず)上に保持されている。第2の直進移動台66には送りねじ60と勘合するナット61も保持されている。第2の直進移動台66は、駆動源62によって回転する送りねじ60の回転量を検出する回転角検出器63によって監視されており、所定の量だけ直進軌道64に沿って移動する。カートリッジ17の、カートリッジステーション47からウエハカセット42間の移送は次の工程を採る。チャックベース50を回転し、カートリッジステーション47に対向させる。次いでチャックベース50を第2の直進移動台66を駆動させて、所望のカートリッジ17が保持されているホルダ56に対向させる。対向移動後、第1の直進移動台59を駆動し、チャックベース50をカートリッジ17側の所定の位置まで直進移動させ、前述した手段によって、カートリッジ17を把持する。把持後第1の直進移動台59を元の位置まで戻した後、回転し、チャックベース50をウエハカセット42側に対向させ、次いで第2の直進移動台66を駆動し、ウエハカセット42上に設置したホルダ56に対向させる。ホルダ56にはその内部には弾性体6(図示せず)が収納されている。対向移動後、バルブc44を解放し、第1の直進移動台59を駆動し、チャックベース50をウエハカセット42上のホルダ56に向かって所定の量進入させる。進入後前述した手段によってカートリッジ17をチャックベース50から解放し、チャックベース50を第1の直進移動台59を駆動し進入前の位置まで戻す。次いでバルブc44を閉止する。以上の操作によって、カートリッジステーション47上の所望のカートリッジ17をウエハカセット42上のホルダ56へ自動で搬送することができる。この後ウエハ移載室26内部を排気し、所定の圧力に到達後、バルブa45(図示せず)を解放し、試料室25内部の試料ステージ30上にウエハ29とカートリッジ17を保持したウエハカセット42を移載する。移載後、ウエハ29上の所望の位置の試料片1(図示せず)を例えば特開平2774884号公報に開示されている方法によって、主に探針移動機構31を用いてウエハ29から、TEMホルダ2へ移載、固着する。この際TEMホルダ2を保持する傾斜試料台3の姿勢は、前述のように固定されているため、貴重な試料片1を損なうことなく安全に、確実に行われる。一連の検査、分析終了後、カートリッジ17の、試料ステージ30からウエハ移載室26へのウエハカセット42の搬送及びウエハカセット42からのカートリッジステーション47への移送は、前述の工程と逆の工程を経

て行われる。本構成を採ることで、筐体外部に突出する機械部品を無くすることができる他、試料室は試料ステージに律束した必要最小限の容積の大きさとすることができ、装置フットプリントを必要最小限に抑えた試料作製装置が実現できる。またカートリッジ移載機構を移載室に隣接させウエハの搬送工程と同期をとったカートリッジの移載工程を採ることで、カートリッジ移載機構を大気用の機械仕様とすることが可能となり、安価で信頼性が高く、メンテナンス性に優れた移載機構を備えることができる。またカートリッジをウエハと供用のウエハカセット上に設置し、試料室に搬送する形態を採ることで、試料室への搬送機構を単一化でき、試料室内の圧力の増加や汚染が無く、安価で信頼性の高いカートリッジ、ウエハの搬送が行える。カートリッジステーション47は、カートリッジステーション47毎筐体24側面に設けた窓67を開放することで、筐体24外部に安全に取り出せる。カートリッジステーション47上のカートリッジ17は前述した手段を採って、サイドエントリ型試料ステージ19の外枠5と結合され、例えばTEMにて詳細に、かつ迅速に確実な観察を行うことができる。またカートリッジ17上の傾斜試料台3は、カートリッジステーション47からウエハカセット42、試料ステージ30間の搬送過程ではその姿勢が保持された状態で行われる。前述の様にTEM観察後、例えば図8に示すような別のFIB装置の固定型サイドエントリ型試料ステージ68も弾性体6を収納した構成とすることで、カートリッジ17毎の移載が可能となる。この事は、一旦TEM観察した後、試料片1の追加加工する際も、操作者はピンセットなどによるTEMホルダ2の移し変えの作業を不要としている。カートリッジ17移載後、サイドエントリ型試料ステージ68をFIB装置69(図示せず)内に装填することで、容易に試料片1位置の割り出しが行え、所望の追加加工が迅速に行える様になる。また例えば、カートリッジ17もしくはカートリッジステーション47上のホルダ56に認識手段、例えば番号管理することで、操作者の複数の試料片の整理監督を助けることが可能となる。以上説明してきた実施例は、電子ビーム光学系とイオンビーム光学系の二つの光学系を有する試料作成装置について説明してきたが、二つに限定されるものではなく、イオンビーム光学系のみを搭載する試料作成装置についても何ら問題無く適用できるものであり、その際は上述してきた効果と同様の効果が得られるものである。図8は、試料片1を固着しているTEMホルダ2を保管する保管台70の実施例を示している。カートリッジ17の状態でも保管することも可能であるが、分析頻度の少ない、または貴重な試料片1を別途に保管するためのものである。操作は次の手順で行う。操作者は予めねじ71を操作し、ねじ71を紙面左方向へ押し込み、クランプ72と保管台本体73の間に隙間を作る。TEMホルダ2をこの隙間に挿入するが、TEMホルダ2は試料台本体73に突出した部分があるため、落下する危険性は無い。挿入後、操作

者はねじ71を操作し、ねじ71を紙面右方向へ退避させることで、クランプ72がばね74によって保管台本体73側に押圧され、結果TEMホルダ2が固定される。本実施例によれば貴重な試料片を損なうことなく安全に保管することができる。また本保管台を清浄な雰囲気下、例えばガス雰囲気下、真空雰囲気下に置くことで何ら問題は無い。

#### 【0013】

【発明の効果】真空容器内の圧力の増加や汚染する事が無い数 $\mu\text{m}$ の試料片が固着されるTEMホルダの導入手段を備え、TEMとの互換性を有したサイドエントリ型試料ステージと結合することで、迅速な観察を可能とする試料室容積が必要最小限の、占有面積の小さい、大口径ウエハ用の試料作製装置が実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のサイドエントリ型試料ステージにおける、カートリッジの結合状態を説明する図面である。

【図2】本発明のサイドエントリ型試料ステージを示す平面図及び断面図である。

【図3】本発明のカートリッジを説明する平面図及び断面図である。

【図4】本発明のカートリッジを把持する治具を説明する図面である。

【図5】本発明の試料作製装置を説明する平面図である。

【図6】本発明のカートリッジ自動チャック機構を説明する図面である。

【図7】本発明のカートリッジ移載機構を説明する図面である。

【図8】本発明のカートリッジと固定型サイドエントリ型試料ステージが結合した状態を説明する断面図である。

【図9】本発明のTEMホルダの保管台を説明する斜視図である。

【図10】従来の試料作成装置を説明する平面図である。

#### 【符号の説明】

- 1... 試料片、2... TEMホルダ、3... 傾斜試料台、4... カートリッジ本体、5... 外枠、6... 弾性体、7... 駆動軸、8... 長穴、9... 回転軸、10... 回転ピン、11... 回転拘束ピン、12... 駆動源、13... 傾斜偏芯軸、14... 傾斜軸、15... ばね、16... V字溝、17... カートリッジ、18... サイドエントリ型試料ステージ本体、19... サイドエントリ型試料ステージ、20... 長穴、21... 爪、22... 板ばね、23... 回転軸、24... 筐体、25... 試料室、26... ウエハ移載室、27... カートリッジ移載室、28... 大気用搬送装置、29... ウエハ、30... 試料ステージ、3

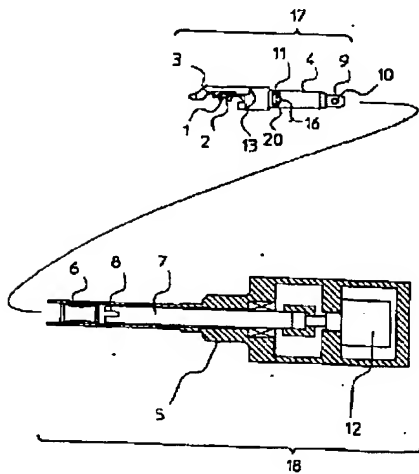


1... 探針移動機構、32... デポガス源、3  
 3... イオンビーム光学系、34... イオン源、3  
 5... イオンビーム照射系、36... 2次粒子検出  
 器、37... 電子源、38... 電子ビーム照射系、  
 39... 電子ビーム光学系、40... 2次粒子検出  
 器、41... ウエハ移載機構、42... ウエハカセ  
 ット、43... カセット、44... バルブc、4  
 5... バルブa、46... バルブb、47... カ  
 ートリッジステーション、48... カートリッジ移載  
 機構、49... エアシリンダ、50... チャックベ  
 ース、51... ピストン、52... シリンダ、5

3... シール、54... 直進案内、55... 空  
 路、56... ホルダ、57... 回転台、58...  
 駆動源、59... 第1の直進移動台、60... 送り  
 ねじ、61... ナット、62... 駆動源、6  
 3... 回転角検出器、64... 直進軌道、6  
 5... 第1のベース、66... 第2の直進移動台、  
 67... 窓、68... 固定型サイドエントリ型試料  
 ステージ、69... FIB装置、70... 保管台、7  
 1... ねじ、72... クランプ、73... 保持台  
 本体、74... ばね、75... 搬送手段。

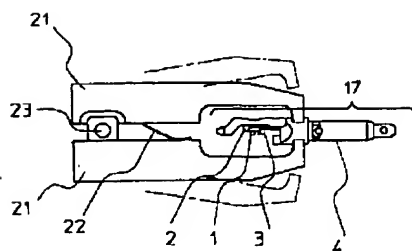
【図1】

図1



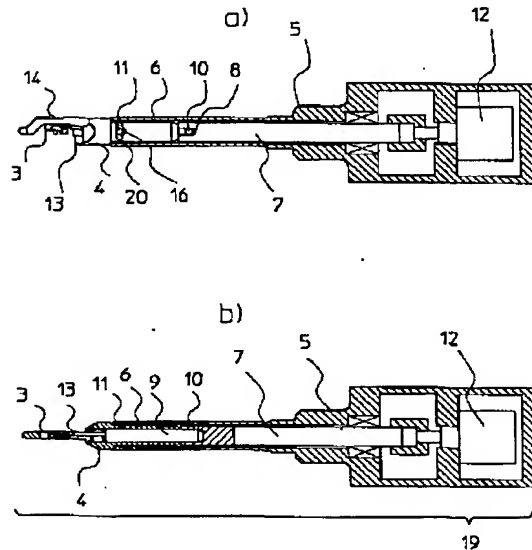
【図4】

図4



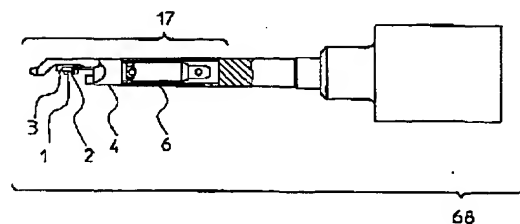
【図2】

図2



【図8】

図8

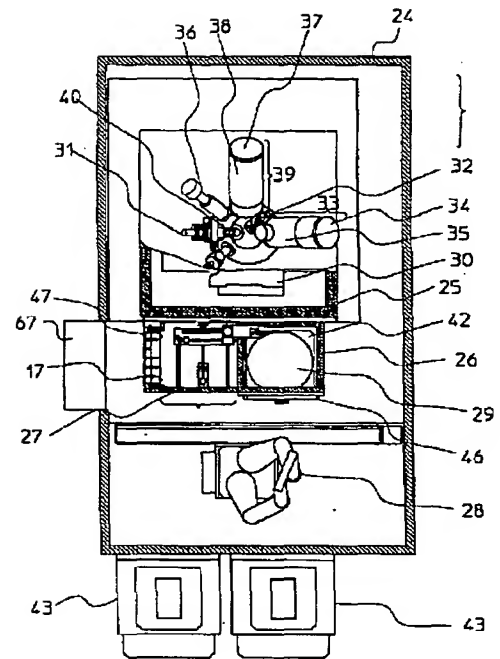
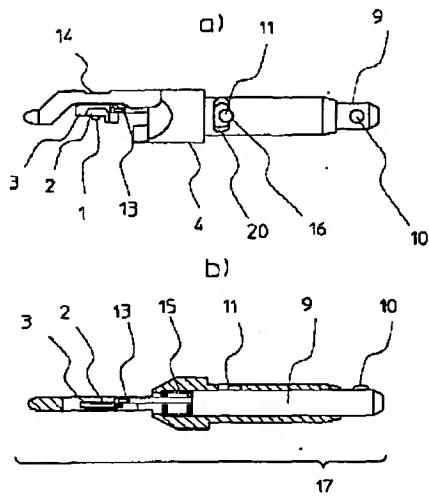


【図3】

【図5】

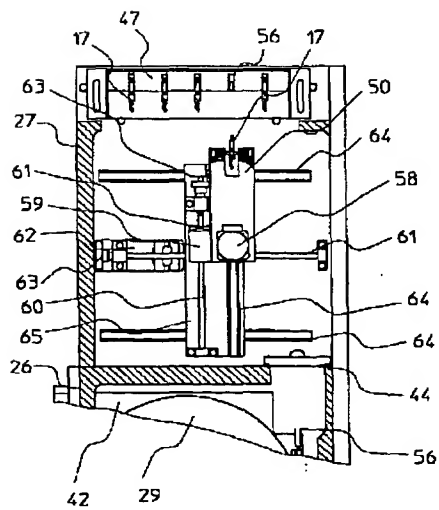
図3

図5



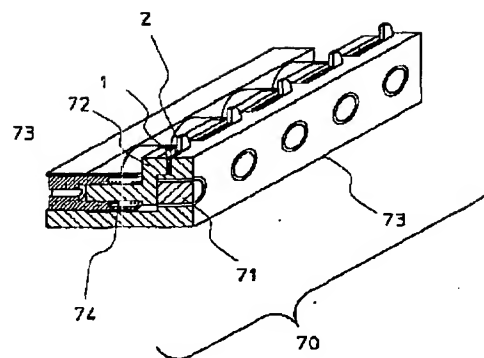
【図7】

図7



【図9】

図9





【図6】

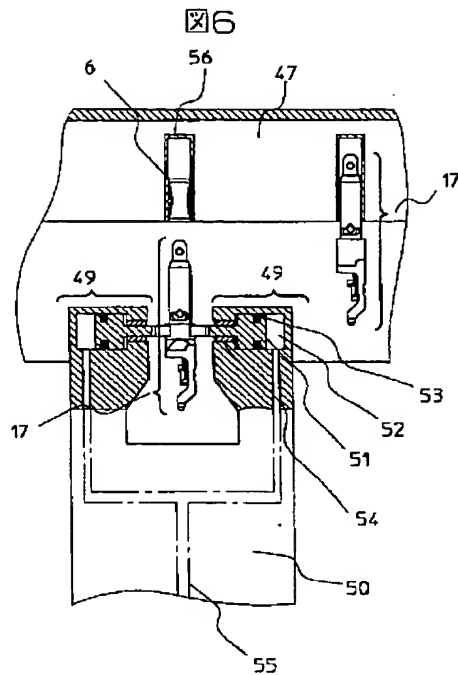
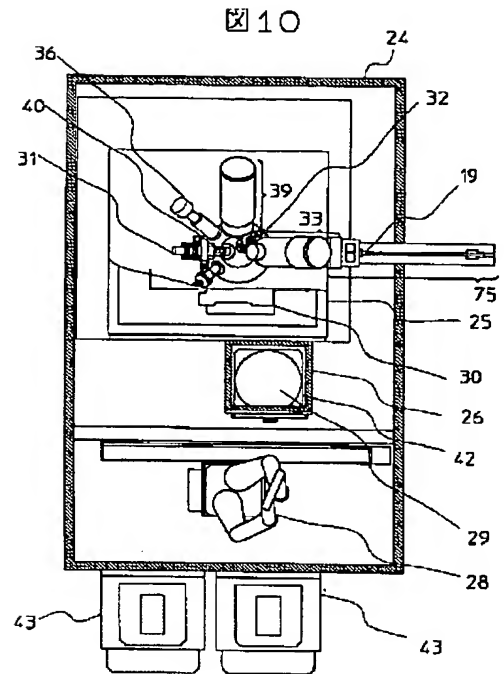


図6は、図10に示すように、図6の構成要素は、図10の構成要素と対応する。図6の構成要素は、図10の構成要素と対応する。図6の構成要素は、図10の構成要素と対応する。図6の構成要素は、図10の構成要素と対応する。

【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

H 0 1 L 21/3065

識別記号

F I

H 0 1 L 21/302

テーマコード(参考)

D

(72) 発明者 小池 英巳  
茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会  
社日立製作所計測器グループ内

(72) 発明者 鈴木 浩之  
茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会  
社日立製作所計測器グループ内

(72) 発明者 富松 聡  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 福田 宗行  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 金杉 幸二  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 山岡 正作  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 菅谷 昌和  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

F ターム(参考) 2G001 AA03 BA11 CA03 LA11 MA05  
PA01 PA11 PA16 QA01 QA02  
QA10 RA04 RA20

2G052 AA13 AD32 AD52 CA03 CA04  
CA05 CA07 DA31 DA33 EC14  
EC18 GA34 HC15 HC35

5C001 AA01 AA02 CC03 CC08 DD01

5C034 AA02

5F004 BA17 BB20 BC06 EA39